

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014143043

WPI Acc No: 2001-627254/ 200173

XRAM Acc No: C01-187056

XRPX Acc No: N01-467635

Copper alloy used for a connecting piece and other electrical and electronic component contains alloying additions of zinc and tin

Patent Assignee: DOWA MINING CO LTD (DOWA)

Inventor: HATAKEYAMA K; LING L; SUGAWARA A

Number of Countries: 004 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 10065735	A1	20011018	DE 1065735	A	20001229	200173 B
JP 2001294957	A	20011026	JP 2000113520	A	20000414	200203
US 20020006351	A1	20020117	US 2000663988	A	20000918	200212
			US 2001910730	A	20010723	
CN 1403609	A	20030319	CN 2001132598	A	20010907	200344 N
US 20030129076	A1	20030710	US 2000663988	A	20000918	200347
			US 2002252770	A	20020923	
US 6627011	B2	20030930	US 2000663988	A	20000918	200367
			US 2001910730	A	20010723	

Priority Applications (No Type Date): JP 2000113520 A 20000414; CN 2001132598 A 20010907

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 10065735	A1		13	C22C-009/02	
JP 2001294957	A		10	C22C-009/04	
US 20020006351	A1			C22C-009/04	Div ex application US 2000663988
CN 1403609	A			C22C-009/04	
US 20030129076	A1			C22C-009/04	CIP of application US 2000663988
US 6627011	B2			C22F-001/08	Div ex application US 2000663988

Abstract (Basic): DE 10065735 A1

NOVELTY - Copper alloy contains (in wt.%): 23-28 zinc and 0.3-1.8 tin with a balance of copper and unavoidable impurities. The following relationship is fulfilled: $6.0Y$ at most $0.25X + Y$ at most 8.5 (where, X and Y is the amount of tin). The alloy has a 0.2% proof stress at at least 600 N/mm², a tensile strength of at least 650 N/mm², an electrical conductivity of at least 20% IACS, a Young's modulus of not more than 120 kN/mm² and a tension relaxation of not more than 20%.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for the production of the copper alloy comprising melting the alloy, cooling and hot rolling.

USE - Used for a connecting piece and other electrical and electronic components.

ADVANTAGE - The alloy has low weight and high strength.
pp; 13 DwgNo 0/0

Title Terms: COPPER; ALLOY; CONNECT; PIECE; ELECTRIC; ELECTRONIC; COMPONENT ; CONTAIN; ALLOY; ADD; ZINC; TIN

Derwent Class: L03; M26; V04; X12

International Patent Class (Main): C22C-009/02; C22C-009/04; C22F-001/08

International Patent Class (Additional): C22F-001/00; H01B-001/02

File Segment: CPI; EPI

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 65 735 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
C 22 C 9/02

⑲ Aktenzeichen: 100 65 735.4
⑳ Anmeldetag: 29. 12. 2000
㉑ Offenlegungstag: 18. 10. 2001

DE 100 65 735 A 1

③0 Unionspriorität:
00-113520 14. 04. 2000 JP
⑦1 Anmelder:
Dowa Mining Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP
⑦3 Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

⑦2 Erfinder:
Sugawara, Akira, Tokio/Tokyo, JP; Hatakeyama,
Kazuki, Tokio/Tokyo, JP; Ling, Le, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verbindungsstücke aus Kupferlegierungen und Verfahren zur Herstellung derselben

⑤7 Es wird eine Kupferlegierung mit der Grundzusammensetzung Cu-Zn-Sn bereitgestellt, welche 23-28 Gew.-% Zn und 0,3-1,8 Gew.-% Sn enthält und die Beziehung $6,0 \leq 0,25X + Y \leq 8,5$ (worin X die zugegebene Menge Zn in Gew.-% und Y die zugegebene Menge Sn in Gew.-% ist) erfüllt. Die Legierung wird durch Schmelzen und Kühlen über einen Bereich von der Liquiduskurve auf 600°C bei einer Rate von mindestens 50°C/min. in eine Gußform gegossen. Die Gußform wird bei einer Temperatur von nicht höher als 900°C heißgewalzt und dann wiederholten Durchgängen von Kaltwalzen und Härten bei 300-650°C unterworfen, um die Kristallkorngröße zu kontrollieren, wodurch ein gewalzter Streifen mit einer 0,2 %- Dehngrenze bei mindestens 600 N/mm², einer Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², einer elektrischen Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS, einem Young's Modulus von nicht mehr als 120 kN/mm² und einer Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% hergestellt wird.

DE 100 65 735 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

- 5 [0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Kupferlegierungen mit zufriedenstellender Festigkeit, elektrischer Leitfähigkeit und Spannungsrelaxations-Eigenschaften, die für den Einsatz als Materialien für Verbindungsstücke und andere elektrische oder elektronische Komponenten geeignet sind, und die des weiteren einen geringen Young'schen Elastizitätsmodul haben.
- 10 [0002] Mit den in den letzten Jahren stattgefundenen Fortschritten auf dem Gebiet der Elektronik ist das Ausmaß der Verarbeitung von Leitungen in verschiedenen Maschinen mit dem Grad der Komplexität und Integrierung dieser Maschinen angestiegen, was dazu geführt hat, daß die Menge der verarbeiteten Kupfermaterialien für die Verwendung in Verbindungsstücken und anderen elektrischen und elektronischen Komponenten angestiegen ist.
- 15 [0003] Die Anforderungen an Materialien für Verbindungsstücke und andere elektrische oder elektronische Komponenten umfassen Leichtgewichtigkeit, hohe Verlässlichkeit und geringe Kosten. Um diese Erfordernisse zu erfüllen, werden die Kupferlegierungsmaterialien für Verbindungsstücke in ihrer Dicke verringert, und um sie in komplexe Formen zu pressen, müssen sie hohe Festigkeit und Elastizität sowie gute elektrische Leitfähigkeit und Pressformbarkeit haben.
- 20 [0004] Genauer gesagt müssen elektrische Stecker ausreichende Festigkeit haben, so daß sie sich beim Einstecken und Ausstecken oder beim Verbiegen nicht verziehen oder verformen. Außerdem müssen sie ausreichende Festigkeit haben, um beim Abdichten der elektrischen Drähte und Steckverbindungen, nachdem diese in Position gebracht wurden, intakt zu bleiben. Um dieses Erfordernis zu erfüllen, ist es erforderlich, daß elektrische Materialien für die Verwendung als Anschlüsse eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 600 N/mm², vorzugsweise mindestens 650 N/mm², stärker bevorzugt mindestens 700 N/mm² und eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², vorzugsweise mindestens 700 N/mm², stärker bevorzugt mindestens 750 N/mm² haben. Zusätzlich müssen die Anschlüsse in senkrechter Richtung zur Richtung der Bearbeitungsvorgänge, wie z. B. beim Rollen, ausreichende Festigkeit haben, um eine Verschlechterung, die während des Pressens auftreten kann, zu verhindern. Um dieses Erfordernis zu erfüllen, ist es erforderlich, daß die elektrischen Materialien für die Verwendung als Anschlüsse eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 650 N/mm², vorzugsweise mindestens 700 N/mm², stärker bevorzugt mindestens 750 N/mm² und eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm², vorzugsweise mindestens 750 N/mm², stärker bevorzugt mindestens 800 N/mm² in der senkrechten Richtung haben.
- 25 [0005] Um die Erzeugung von Joule'scher Wärme aufgrund des Stromflusses zu unterdrücken, haben die elektrischen Materialien für die Verwendung als Anschlüsse vorzugsweise eine Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS. Ein anderes Erfordernis ist, daß die Materialien einen ausreichend hohen Young's Modulus haben, um sicherzustellen, daß die Verbindungsstücke mit kleinerer Größe eine hohe mechanische Kraft als Antwort auf kleine Verlagerungen haben. Dies hat jedoch die Herstellungskosten für die Anschlüsse erhöht und nicht verringert, weil das Erfordernis nach geringeren dimensionalen Toleranzen eine rigorose Kontrolle erfordert, und zwar nicht nur bei der Formtechnologie und den Druckvorgängen, sondern auch Kontrolle über die Dickenschwankungen bei Streifenmaterialien, die verarbeitet werden sollen, und über die verbleibende Spannung, die sich in diesen entwickelt. Unter diesen Umständen ist es erforderlich geworden, eine Struktur zu konstruieren, die ein Streifenmaterial mit einem geringen Young's Modulus einsetzt und die eine ausreichend große Umlagerung erlaubt, um wesentliche dimensionale Variationen zu ermöglichen. Um dieses Erfordernis zu erfüllen, ist es erforderlich, daß die elektrischen Materialien für die Verwendung als Anschlüsse einen Young's Modulus von 120 kN/mm² oder weniger, vorzugsweise 115 kN/mm², oder weniger in der Richtung, in der sie geknetet werden, und einen Young's Modulus von 130 kN/mm² oder weniger, vorzugsweise 125 kN/mm² oder weniger, stärker bevorzugt 120 kN/mm² oder weniger in der senkrechten Richtung haben.
- 30 [0006] Die vorstehend beschriebene Situation wird durch die Tatsache verkompliziert, daß die Häufigkeit der Wartungen der Formen einen wesentlichen Anteil an den Produktionskosten ausmacht. Eine der häufigsten Ursachen für die Wartung von Formen sind abgenutzte Formwerkzeuge. Da Formwerkzeuge, wie Stempel, Düsen und Abstreifer sich infolge des wiederholten Stempelns, Biegens oder anderer Druckvorgänge abnutzen, treten Pressnähte und dimensionale Ungenauigkeit in dem Werkstück auf. Die Wirkung des Materials selbst auf die Abnutzung der Formwerkzeuge ist in keiner Weise vernachlässigbar, so daß es steigenden Bedarf gibt, die Wahrscheinlichkeit dafür, daß das Material eine Abnutzung der Formen verursacht, herabzusetzen.
- 35 [0007] Es ist erforderlich, daß Anschlüsse eine hohe Beständigkeit gegen Korrosion und Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion haben. Da Hohlanschlüsse einer thermischen Belastung ausgesetzt sind, müssen sie auch gute Antispannungsrelaxations-Eigenschaften haben. Insbesondere muß ihre Spannungsrißkorrosions-Lebensdauer mindestens dreimal so lang sein wie der Wert für herkömmliches Klasse 1 (gemessen nach japanischem Industriestandard, JIS)-Messing, und ihre Spannungsrelaxation in Prozent bei 150°C darf nicht höher sein als die Hälfte des Wertes für Klasse 1-Messing, typischerweise 25% oder weniger, bevorzugt 20% oder weniger und stärker bevorzugt 15% oder weniger.
- 40 [0008] Messing und Phosphorbronzen sind bislang als Anschlußmaterialien eingesetzt worden. Das kostengünstige Messing, selbst wenn sein Härungsgrad H08 (Feder) ist, hat eine Dehngrenze und eine Zugfestigkeit von etwa 570 N/mm² bzw. 640 N/mm², was die vorstehend genannten minimalen Erfordernisse für die Dehngrenze (≥ 600 N/mm²) und Zugfestigkeit (≥ 650 N/mm²) nicht erfüllt. Außerdem ist Messing nicht nur gegen Korrosion und gegen Spannungsrißkorrosion kaum beständig, sondern auch in seinen Antispannungsrelaxations-Eigenschaften. Phosphorbronze hat ein gutes Gleichgewicht zwischen Festigkeit, Beständigkeit gegen Korrosion, Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion und Antispannungsrelaxations-Eigenschaften. Andererseits ist die elektrische Leitfähigkeit von Phosphorbronze gering (12% IACS für Federphosphorbronze), und sie ist wirtschaftlich nachteilig.
- 45 [0009] Viele Kupferlegierungen sind im Hinblick auf die Lösung der vorstehend genannten Probleme bislang entwickelt und vorgeschlagen worden. Die meisten von ihnen enthalten verschiedene Elemente, die in kleinen Mengen zugegeben werden, so daß sie ein Gleichgewicht zwischen wichtigen Eigenschaften aufrechterhalten, wie der Festigkeit, der elektrischen Leitfähigkeit und der Spannungsrelaxation. Ihr Young's Modulus ist jedoch 120 bis 135 kN/mm² in der Richtung, in der die Legierung geknetet wurde, und im Bereich von 125 bis 145 kN/mm² in der senkrechten Richtung.
- 50
- 55
- 60
- 65

Außerdem sind sie teuer.

[0010] Unter diesen Umständen haben vor kurzem Forscher Messing und Phosphorbronze erneut untersucht, weil beide Materialien einen ausreichend geringen Young's Modulus (110 bis 120 kN/mm² in der Richtung, in der die Legierung geknetet wird und 115 bis 130 kN/mm² in der senkrechten Richtung) haben, um die vorstehend genannten Kriterien zu erfüllen. Somit ist es wünschenswert, eine Kupferlegierung zu entwickeln, die zu einem Preis erhältlich ist, der mit demjenigen von Kupfer vergleichbar ist, und die eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 600 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², einen Young's Modulus von nicht mehr als 120 kN/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS und eine prozentuale Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% in der Richtung, in der die Legierung geknetet wird, hat, während sie eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm² und einen Young's Modulus von nicht mehr als 130 kN/mm² in der senkrechten Richtung hat.

[0011] Verbindungsstückmaterialien werden immer häufiger mit Sn beschichtet, wobei die Einsetzbarkeit der Legierungen durch die Einverleibung von Sn verbessert wird. Der Einschluß von Zn, wie in Messing, ermöglicht eine einfachere Herstellung von Legierungen mit einem guten Gleichgewicht zwischen Festigkeit, Verarbeitbarkeit und Kosten. Unter diesen Gesichtspunkten sollten Cu-Zn-Sn-Legierungen beachtet werden, wobei Beispiele von Kupferlegierungen im Bereich von C40000 bis C49900 liegen, wobei diese Bezeichnungen durch die CDA (Copper Development Association), USA, spezifiziert sind. Beispielsweise ist C42500 eine Cu-9,5Zn-2,0Sn-0,2P-Legierung und als Verbindungsstückmaterial gut bekannt. C43400 ist eine Cu-14Zn-0,7Sn-Legierung und wird in Schaltern, Relays und Endstücken, jedoch nur in kleinen Mengen, eingesetzt. Verbindungsstückmaterialien, die aus Cu-Zn-Sn-Legierungen mit einem höheren Zn-Anteil hergestellt werden, werden jedoch nur selten eingesetzt. Anders ausgedrückt verringern erhöhte Zn- und Sn-Gehalte die Heißverarbeitbarkeit, und solange die thermomechanischen Behandlungen nicht in geeigneter Weise gesteuert werden, können verschiedene Eigenschaften, wie die mechanischen Eigenschaften, die für die Verbindungsstückmaterialien wünschenswert sind, nicht entwickelt werden. Außerdem war bislang über die geeigneten Zn- und Sn-Gehalte und die Bedingungen für die Herstellung der gewünschten Verbindungsstückmaterialien nichts bekannt.

[0012] Spezifische Beispiele von Kupferlegierungen, die mehr Zn als C42500 enthalten, umfassen C43500 (Cu-18Zn-0,9Sn), C44500 (Cu-28Zn-1Sn-0,05P) und C46700 (Cu-39Zn-0,85Sn-0,05P) und werden zu Folien, Stäben, Röhrchen und anderen Formen verarbeitet, die nur in Musikinstrumenten, Schiffen und verschiedenen Waren eingesetzt werden, jedoch nicht als geknetete Materialien für Verbindungsstücke, insbesondere als Streifen. Selbst diese Materialien erfüllen nicht alle Erfordernisse für Verbindungsstückmaterialien, wobei repräsentative Beispiele dieser Materialien die folgenden sind:

- (1) sie haben eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 600 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², einen Young's Modulus von nicht mehr als 120 kN/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS und eine prozentuale Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% in der Richtung, in der die Legierung geknetet wird;
- (2) sie haben eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm² und einen Young's Modulus von nicht mehr als 130 kN/mm² in einer Richtung, die zu derjenigen senkrecht ist, in der die Legierung geknetet wird;
- (3) sie haben gute Pressverformbarkeit; und
- (4) sie haben hohe Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0013] Die vorliegende Erfindung wurde unter diesen Umständen gemacht und hat als ein Ziel die Bereitstellung einer Kupferlegierung für die Verwendung als Verbindungsstücke oder Steckverbinder, die kostengünstig hergestellt werden kann und gute Eigenschaften hinsichtlich der 0,2%-Dehngrenze, der Zugfestigkeit, der elektrischen Leitfähigkeit, dem Young's Modulus, den Antispannungsrelaxations-Eigenschaften, der Pressverformbarkeit und hinsichtlich beliebiger anderen Eigenschaften zeigen, die heute von Materialien für Verbindungsstücke und anderen elektrischen oder elektronischen Komponenten im Hinblick auf die derzeitigen Fortschritte in der Elektronik gefordert werden.

[0014] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung solcher Verbindungsstückkupferlegierungen.

[0015] Als Ergebnis eingehender Studien, die durchgeführt wurden, um die vorstehend genannten Ziele zu erreichen, haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung optimale Verhältnisse von Zn und Sn in der Cu-Zn-Sn-Legierung gefunden, welche die vorstehend genannten Eigenschaften gleichzeitig erfüllen, die von Materialien für Verbindungsstücke und andere elektrische oder elektronische Komponenten gefordert werden. Gleichzeitig haben sie gefunden, daß, um diese Eigenschaften zu erreichen, das Verhältnis zwischen den Bedingungen für das Kühlen der Gießteile und deren Walzen und den Bedingungen für die nachfolgenden Hitzebehandlungen extrem wichtig ist. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung die optimalen Verarbeitungs- und Bearbeitungsbedingungen festgelegt, wodurch die vorliegende Erfindung vervollständigt wurde.

[0016] Somit wird gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Verbindungsstückkupferlegierung bereitgestellt, die 23–28 Gew.-% Zn und 0,3–1,8 Gew.-% Sn enthält, während die folgende Beziehung (1) erfüllt wird, wobei der Rest Kupfer und unvermeidliche Verunreinigungen sind:

$$6,0 \leq 2,25X + Y \leq 8,5 \quad (1)$$

worin X die Zugabe von Zn (in Gew.-%) und Y die Zugabe von Sn (in Gew.-%) ist, und die Legierung außerdem dadurch gekennzeichnet ist, daß sie eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS, einen Young's

Modulus von nicht als 120 kN/mm² und eine Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% hat.

[0017] Gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird auch eine Verbindungsstückkupferlegierung bereitgestellt, die 23–28 Gew.-% Zn und 0,3–1,8 Gew.-% Sn enthält, wobei die folgende Beziehung (1) erfüllt wird, wobei der Rest Kupfer und unvermeidliche Verunreinigungen sind:

$$6,0 \leq 2,25X + Y \leq 8,5 \quad (1)$$

worin X die Zugabe von Zn (in Gew.-%) und Y die Zugabe von Sn (in Gew.-%) ist,

und die Legierung außerdem dadurch gekennzeichnet ist, daß sie eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 600 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², einen Young's Modulus von nicht mehr als 120 kN/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS und eine Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% in der Richtung hat, in der die Legierung geknetet wurde, während sie eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm² und einen Young's Modulus von nicht mehr als 130 kN/mm² in der Richtung hat, die zur ersten Richtung senkrecht ist.

[0018] Jede der vorstehend beschriebenen Kupferlegierungen kann außerdem ein Element enthalten, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus 0,01–3 Gew.-% Fe, 0,01–5 Gew.-% Ni, 0,01–3 Gew.-% Co, 0,01–3 Gew.-% Ti, 0,01–2 Gew.-% Mg, 0,01–2 Gew.-% Zr, 0,01–1 Gew.-% Ca, 0,01–3 Gew.-% Si, 0,01–5 Gew.-% Mn, 0,01–3 Gew.-% Cd, 0,01–5 Gew.-% Al, 0,01–3 Gew.-% Pb, 0,01–3 Gew.-% Bi, 0,01–3 Gew.-% Be, 0,01–1 Gew.-% Te, 0,01–3 Gew.-% Y, 0,01–3 Gew.-% La, 0,01–3 Gew.-% Cr, 0,01–3 Gew.-% Ce, 0,01–5 Gew.-% Au, 0,01–5 Gew.-% Ag und 0,005–0,5 Gew.-% P besteht, wobei die Summe der Anteile der Elemente 0,01–5 Gew.-% ist, vorausgesetzt, daß S in einer Menge von bis zu 30 ppm vorhanden ist.

[0019] Gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung einer Verbindungsstückkupferlegierung bereitgestellt, welches die folgenden Stufen umfaßt:
Schmelzen einer Legierung, welche 23–28 Gew.-% Zn und 0,3 bis 1,8 Gew.-% Sn enthält, wobei die folgende Beziehung (1) erfüllt ist, wobei der Rest Cu und unvermeidliche Verunreinigungen sind:

$$6,0 \leq 0,25X + Y \leq 8,5 \quad (1)$$

worin X die Zugabe von Zn (Gew.-%) und Y die Zugabe von Sn (Gew.-%) ist;

Kühlen der Schmelze aus der Liquiduskurve bis 600°C bei einer Rate von mindestens 50°C/min.; und
das nachfolgende Heißwalzen des erhaltenen Gußblocks bei einer erhöhten Temperatur von 900°C oder niedriger.

[0020] Gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird auch ein Verfahren zur Herstellung einer Verbindungsstückkupferlegierung bereitgestellt, welches die folgenden Stufen umfaßt:
Schmelzen einer Legierung, welche 23–28 Gew.-% Zn und 0,3 bis 1,8 Gew.-% Sn enthält, während die folgende Beziehung (1) erfüllt ist, wobei der Rest Kupfer und unvermeidliche Verunreinigungen sind:

$$6,0 \leq 0,25X + Y \leq 8,5 \quad (1)$$

worin X die Zugabe von Zn (Gew.-%) und Y die Zugabe von Sn (Gew.-%) ist;

Kühlen der Schmelze von der Liquiduskurve bis 600°C bei einer Rate von mindestens 50°C/min.;
das nachfolgende Heißwalzen der erhaltenen Gußform bei einer erhöhten Temperatur von 900°C oder niedriger; und
das Wiederholen des Verfahrens des Kaltwalzens und des Härtens in einem Temperaturbereich von 300 bis 650°C, bis der so gehärtete gewalzte Streifen eine Kristallkorngröße von nicht mehr als 25 µm hat.

[0021] Gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird auch ein Verfahren zur Herstellung einer Verbindungsstückkupferlegierung bereitgestellt, welches die folgenden Stufen umfaßt:
Schmelzen einer Legierung, welche 23–28 Gew.-% Zn und 0,3 bis 1,8 Gew.-% Sn enthält, während die folgende Beziehung (1) erfüllt ist, wobei der Rest Kupfer und unvermeidliche Verunreinigungen sind:

$$6,0 \leq 0,25X + Y \leq 8,5 \quad (1)$$

worin X die Zugabe von Zn (Gew.-%) und Y die Zugabe von Sn (Gew.-%) ist;

Kühlen der Schmelze von der Liquiduskurve bis 600°C bei einer Rate von mindestens 50°C/min.;
das nachfolgende Heißwalzen der erhaltenen Gußform bei einer erhöhten Temperatur von 900°C oder niedriger;
das Wiederholen des Verfahrens des Kaltwalzens und des Härtens in einem Temperaturbereich von 300 bis 650°C, bis der so gehärtete gewalzte Streifen eine Kristallkorngröße von nicht mehr als 25 µm hat; und
das zusätzliche Durchführen eines Kaltwalzens mit einer Verringerung von mindestens 30% und das Kalt härten bei 450°C oder niedriger, so daß der gewalzte Streifen eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 600 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², einen Young's Modulus von nicht mehr als 120 kN/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS und eine Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% in der Richtung hat, in der die Legierung geknetet wurde, während er eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm² und einen Young's Modulus von nicht mehr als 130 kN/mm² in einer Richtung hat, die zur ersten Richtung senkrecht ist.

[0022] In jedem beliebigen der vorstehend beschriebenen Verfahren kann die Kupferlegierung des weiteren mindestens ein Element enthalten, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus 0,01–3 Gew.-% Fe, 0,01–5 Gew.-% Ni, 0,01–3 Gew.-% Co, 0,01–3 Gew.-% Ti, 0,01–2 Gew.-% Mg, 0,01–2 Gew.-% Zr, 0,01–1 Gew.-% Ca, 0,01–3 Gew.-% Si, 0,01–5 Gew.-% Mn, 0,01–3 Gew.-% Cd, 0,01–5 Gew.-% Al, 0,01–3 Gew.-% Pb, 0,01–3 Gew.-% Bi, 0,01–3 Gew.-% Be, 0,01–1 Gew.-% Te, 0,01–3 Gew.-% Y, 0,01–3 Gew.-% La, 0,01–3 Gew.-% Cr, 0,01–3 Gew.-% Ce, 0,01–5 Gew.-% Au, 0,01–5 Gew.-% Ag und 0,005–0,5 Gew.-% P besteht, wobei die Summe der Anteile der Elemente 0,01 bis 5 Gew.-% ist.

vorausgesetzt, daß S in einer Menge von bis zu 30 ppm vorhanden ist.

[0023] Um die Verbindungsstückkupferlegierung der vorliegenden Erfindung in Walzstreifenform herzustellen, wird zuerst eine geschmolzene Kupferlegierung, die auf die gewünschte Zusammensetzung eingestellt ist, in eine Form gegossen, wo sie von der Liquiduskurve bis 600°C bei einer Rate von mindestens 50°C/min. gekühlt wird, um sicherzustellen, daß keine Abscheidung von Zn und Sn in der erhaltenen Gußform auftritt. Die Gußform wird dann bei einer erhöhten Temperatur von nicht höher als 900°C, d. h. bei etwa 800°C, heißgewalzt und danach abgeschreckt, um einen heißgewalzten Streifen mit einer homogenen Struktur von gemäßigter Kristallkorngröße herzustellen. Danach wird der Streifen kaltgewalzt und bei einer Temperatur von 300–650°C gehärtet; wobei das Verfahren des Kaltwalzens und des Härtens sooft wie erforderlich wiederholt wird, so daß die Größe der Kristallkörner in dem gewalzten Streifen nicht mehr als 25 µm ist. Vorzugsweise wird der gewalzte Streifen zusätzlich einem Kaltwalzen mit einer Verringerung von mindestens 30% und einem Niedertemperaturhärten bei 450°C oder niedriger unterworfen, um die Größe der Kristallkörner zu steuern, so daß der Streifen eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 600 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS, einen Young's Modulus von nicht mehr als 120 kN/mm² und eine Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% in der Richtung hat, in der die Legierung geknetet wird, während er eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm² und einen Young's Modulus von nicht mehr als 130 kN/mm² in der Richtung hat, die zur ersten Richtung senkrecht ist.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0024] Die vorliegende Erfindung wird im folgenden eingehender beschrieben.

Kritische Bedeutung der Verhältnisse der Legierungselemente

[0025] Zn: Zink (Zn) wird vorzugsweise in großen Mengen zugegeben, da es zu einer erhöhten Festigkeit und Federeigenschaft beiträgt und es teils günstiger ist als Cu. Wenn seine Zugabe 28 Gew.-% übersteigt, tritt übermäßige intergranuläre Abscheidung in Anwesenheit von Sn auf, was zu einem merklichen Abfall der Heißbearbeitbarkeit führt. Zudem werden die Kaltverarbeitbarkeit und die Korrosionsbeständigkeit und die Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion unvorteilhaft beeinflusst. Die Eignung als Überzugsmaterial und die Lötbarkeit, die empfindlich gegen Feuchtigkeit und Hitze sind, werden ebenfalls verschlechtert. Wenn Zn in einer Menge von weniger als 23 Gew.-% zugegeben wird, werden die Festigkeit und die Federeigenschaft, die durch die 0,2%-Dehngrenze und die Zugfestigkeit dargestellt werden, unzureichend, und der Young's Modulus steigt. Zudem schließt, wenn Almetall, das mit Sn oberflächenbehandelt würde, als zu schmelzendes Material eingesetzt wird, die erhaltene Schmelze eine erhöhte Menge Wasserstoffgas ein, wobei eine Gußform hergestellt wird, in der es sehr wahrscheinlich ist, daß Luftblasenlöcher auftreten. Da Zn ein kostengünstiges Element ist, ist die Verwendung von weniger als 23 Gew.-% wirtschaftlich unvorteilhaft. Aus diesen Gründen wird der Zn-Anteil im Bereich von 23 bis 28 Gew.-% eingestellt. Ein bevorzugter Bereich ist von 24 bis 27 Gew.-%. Der kleine Bereich für den Zn-Gehalt ist eines der grundsätzlichen Erfordernisse der vorliegenden Erfindung.

[0026] Sn: Zinn (Sn) hat den Vorteil, daß es nur in einer sehr kleinen Menge eingesetzt werden muß, um wirksam zu sein, die mechanischen Eigenschaften, wie die Festigkeit und die Elastizität, die durch die 0,2%-Dehngrenze und die Zugfestigkeit dargestellt werden, ohne eine Erhöhung des Young's Modulus zu verbessern. Da Sn ein teures Element ist, können die Materialien, die eine Oberflächenbeschichtung aus Sn, wie einen Zinnüberzug, haben, in einen Wiederverwendungskreislauf gegeben werden. Dies ist ein weiterer Grund dafür, daß die Einverleibung von Sn bevorzugt ist. Wenn jedoch der Sn-Gehalt erhöht wird, fällt die elektrische Leitfähigkeit stark ab und es tritt eine umfangreiche intergranuläre Abscheidung in Anwesenheit von Zn auf, was zu einem signifikanten Abfall der Heißbearbeitbarkeit führt. Um sicherzustellen, daß die gewünschte Heißbearbeitbarkeit und eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS erzielt werden, sollte die Zugabe von Sn 1,8 Gew.-% nicht übersteigen. Wenn die Zugabe von Sn weniger als 0,3 Gew.-% ist, gibt es bei den mechanischen Eigenschaften keine Verbesserung, so daß Bruchstücke oder dergleichen, die aus dem Pressen von mit Zinn plattiertem oder in sonstiger Weise zinnbeschichtetem Almetall erhalten werden, als zu schmelzendes Material schwer einzusetzen sind.

[0027] Deshalb wird der Sn-Gehalt auf einen Bereich von 0,3 bis 1,8 Gew.-%, vorzugsweise von 0,6 bis 1,4 Gew.-% eingestellt.

[0028] Wenn Zn und Sn in den vorstehend genannten Mengen enthalten sind, und wenn sie die folgende Beziehung (1), vorzugsweise die folgende Beziehung (2) erfüllen, können Zn- und Sn-reiche Phasen, die an den Korngrenzen bei hohen Temperaturen ausfallen, wenn das Gießen oder Heißwalzen durchgeführt wird, wirksam so gesteuert werden, daß eine Kupferlegierung hergestellt wird, die eine 0,2%-Dehngrenze von mindestens 600 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², einen Young's Modulus von nicht mehr als 120 kN/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS und eine Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% in der Richtung hat, in der die Legierung geknetet wird, die eine 0,2%-Dehngrenze von mindestens 650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm² und einen Young's Modulus von nicht mehr als 130 kN/mm² in der Richtung hat, die zur ersten Richtung senkrecht ist, und die auch die Eigenschaften hat, die für die Verwendung als Verbindungsstückmaterialien erforderlich sind, beispielsweise die Beständigkeit gegen Korrosion, die Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion (mit einer Lebensdauer in Ammoniakdampf, die mindestens die dreifache derjenigen von Klasse 1-Messing ist), die Antispannungsrelaxations-Eigenschaften (die prozentuale Spannungsrelaxation bei 150°C ist nicht größer als die Hälfte des Wertes für Klasse 1-Messing und vergleichbar mit Phosphorbronze) und ein effizientes Lochen auf einer Presse:

$$6,0 \leq 0,25X + Y \leq 8,5 \quad (1)$$

$$6,4 \leq 0,25X + Y \leq 8,0 \quad (2)$$

worin X die Zugabe von Zn (Gew.-%) und Y die Zugabe von Sn (Gew.-%) ist.

- [0029] Der S-Gehalt als Verunreinigung wird bevorzugt bei einem Minimumgehalten. Selbst eine kleine Menge von S reduziert die Verarbeitbarkeit oder die Verformbarkeit beim Heißwalzen erheblich. Zwei typische Quellen für S sind Altm
metall, das in einem Sulfatbad mit Zinn beschichtet wurde, und Öle für die Verarbeitung, wie z. B. für das Pressen. Die
Kontrolle des S-Gehaltes bewirkt die Verhinderung von Rissen beim Heißwalzen. Um diese Wirkung zu erzielen, sollte
es nicht in einer Menge vorhanden sein, die größer als 30 ppm, vorzugsweise nicht größer als 15 ppm ist.
- [0030] Neben Zn und Sn kann ein drittes Legierungselement zugegeben werden, das mindestens ein Element ist, das
aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus 0,01–3 Gew.-% Fe, 0,01–5 Gew.-% Ni, 0,01–3 Gew.-% Co, 0,01–3 Gew.-% Ti,
0,01–2 Gew.-% Mg, 0,01–2 Gew.-% Zr, 0,01–1 Gew.-% Ca, 0,01–3 Gew.-% Si, 0,01–5 Gew.-% Mn, 0,01–3 Gew.-%
Cd, 0,01–5 Gew.-% Al, 0,01–3 Gew.-% Pb, 0,01–3 Gew.-% Bi, 0,01–3 Gew.-% Be, 0,01–1 Gew.-% Te, 0,01–3 Gew.-%
Y, 0,01–3 Gew.-% La, 0,01–3 Gew.-% Cr, 0,01–3 Gew.-% Ce, 0,01–5 Gew.-% Au, 0,01–5 Gew.-% Ag und
0,005–0,15 Gew.-% P besteht, wobei die Summe der Gehalte dieser Elemente 0,01 bis 5 Gew.-% ist.
- [0031] Diese Elemente können die Festigkeit ohne wesentliche Verschlechterung der elektrischen Leitfähigkeit, des
Young's Modulus und der Verarbeitbarkeit erhöhen. Wenn die Bereiche für die Anteile der jeweiligen Elemente nicht be
achtet werden, werden die genannten Wirkungen nicht erzielt, oder alternativ dazu, ergeben sich in verschiedenen
Aspekten unvorteilhafte Wirkungen, wie bei der Heißverarbeitbarkeit, der Kaltverarbeitbarkeit, der Druckformbarkeit,
der elektrischen Leitfähigkeit, dem Young's Modulus und den Kosten.

Kritische Bedeutung der Herstellungsbedingungen

- [0032] Die erste Stufe des erfindungsgemäßen Verfahrens für die Herstellung von heißgewalzten Kupferlegierungs
streifen ist das Schmelzen der erfindungsgemäßen Kupferlegierung und das Gießen der Schmelze in eine Gußform.
Wenn Altmetalle mit einer Oberflächen-Sn-Beschichtung, insbesondere Bruchstücke, die sich beim Lochen auf einer
Presse ergeben, geschmolzen werden sollen, wird vorzugsweise eine vorläufige Hitzebehandlung in einer Luftatmo
sphäre oder in einer inerten Atmosphäre bei einer Temperatur von 300 bis 600°C während 0,5 bis 24 Stunden durchge
führt. Wenn die Temperatur unter 300°C ist, wird das Pressöl, das an den Bruchstücken haftet, nicht vollständig ver
brannt. Zudem wird die Feuchtigkeit, die während der Lagerung absorbiert wurde, nicht vollständig getrocknet, und
wenn die Schmelzstufe danach durch rasche Temperaturerhöhung gestartet wird, wird die Feuchtigkeit zersetzt, wobei
Wasserstoffgas entsteht, das durch die Schmelze aufgenommen wird und Luftblasenlöcher erzeugt.
- [0033] Wenn das Schmelzen bei einer Temperatur von höher als 600°C durchgeführt wird, schreitet die Oxidation so
rasch voran, daß Metallschaum entsteht. Wenn sich Metallschaum bildet, wird die Schmelze viskos und die Effizienz des
Gießvorgangs sinkt. Deshalb wird die Temperatur für die vorläufige Hitzebehandlung der Kupferlegierung, die ge
schmolzen werden soll, so eingestellt, daß sie zwischen 300 und 600°C liegt. Wenn diese Hitzebehandlung länger als 0,5
Stunden dauert, wird die Verbrennung des Pressöls und das Trocknen der Feuchtigkeit nur unvollständig erzielt. Wenn
die Dauer der Hitzebehandlung länger als 24 Stunden ist, diffundiert das metallische Kupfer in die Sn-Oberflächenbe
schichtung, wo es oxidiert wird, wobei ein Cu-Sn-O-Systemoxid gebildet wird, das nicht nur einen Metallschaum bildet,
sondern auch wirtschaftlich nachteilig ist. Deshalb wird die Dauer der vorläufigen Hitzebehandlung der Kupferlegierung
so eingestellt, daß sie zwischen 0,5 und 24 Stunden liegt. Die vorläufige Hitzebehandlung führt zu zufriedenstellenden
Ergebnissen, wenn sie in einer Luftatmosphäre durchgeführt wird, wobei jedoch das Bereitstellen einer Inertgasabdich
tung für die Zwecke der Verhinderung von Oxidation bevorzugt ist. Es ergeben sich jedoch einige Nachteile aus der Ver
wendung eines reduzierenden Gases, da bei erhöhter Temperatur die Feuchtigkeit zersetzt wird, wobei Wasserstoffgas
entsteht, das von der Schmelze aufgenommen wird, wobei es in diese hineindiffundiert.
- [0034] Nach dem Schmelzen der Kupferlegierung wird diese vorzugsweise durch ein kontinuierliches Verfahren ge
gossen, das entweder vertikal oder horizontal durchgeführt werden kann, mit der Ausnahme, daß die Schmelze von der
Liquiduskurve bis 600°C bei einer Rate von 50°C/min. gekühlt wird. Wenn die Kühlrate geringer als 50°C/min. ist, tritt
eine Abscheidung von Zn und Sn an den Korngrenzen auf, und die Effizienz der nachfolgenden Hitzeverarbeitungsstufe
sinkt, was zu einer Verminderung der Ausbeute führt. Der Temperaturbereich, über den die Kühlrate bei nicht weniger als
50°C/min. gehalten werden sollte, kann zwischen der Liquiduskurve und 600°C sein. Die Kontrolle der Kühlrate bei
Temperaturen von höher als der Liquiduskurve ist nicht sinnvoll. Unter 600°C wird die Dauer der Kühlung in dem Gieß
vorgang unzureichend, um eine übermäßige Abscheidung von Zn und Sn an Korngrenzen zu bewirken.
- [0035] Nach dem Gießen der Schmelze in eine Gußform wird ein Heißwalzen unter Erhitzen bei einer Temperatur von
nicht höher als 900°C durchgeführt. Über 900°C bewirkt die intergranuläre Abscheidung von Zn und Sn ein Heißreißen,
was seinerseits zu einer verringerten Ausbeute führt. Mit dem Durchführen des Heißwalzens bei Temperaturen von
900°C oder niedriger verschwinden nicht nur die Mikrosegregationen, die während der Gießstufe auftreten, sondern es
verschwindet auch die Gießstruktur, und der erhaltene gewalzte Streifen hat eine homogene Struktur, selbst wenn er Zn
und Sn in Mengen enthält, die für die Kupferlegierung nach dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung definiert sind.
Vorzugsweise wird das Heißwalzen bei einer Temperatur von 870°C oder niedriger durchgeführt. Die Kristallkörnchen
in dem heißgewalzten Streifen haben vorzugsweise eine Größe von 35 µm oder weniger. Wenn die Kristallkorngröße
35 µm übersteigt, ist der Spielraum für die Kontrolle über das Reduktionsverhältnis für das nachfolgende Kaltwalzen und
die Bedingungen für das nachfolgende Härten so gering, daß die geringste Abweichung möglicherweise gemischte Kri
stallkörnchen produziert, was zu verschlechterten Eigenschaften führt.
- [0036] Nach dem Heißwalzen kann die Oberfläche des Streifens erforderlichenfalls geebnet werden. Danach werden
das Kaltwalzen und das Härten in dem Temperaturbereich von 300 bis 650°C wiederholt, bis die Kristalle in dem so ge
härteten Material eine Korngröße von nicht mehr als 25 µm haben. Unter 300°C erfordert es eine unwirtschaftlich lange
Zeit, die Kristallkörnchen zu kontrollieren. Über 650°C werden die Kristallkörnchen in einem kurzen Zeitraum grob.
Wenn die Größe der Kristallkörnchen in dem so gehärteten Material 25 µm übersteigt, verschlechtern sich die mechani
schen Eigenschaften, insbesondere die 0,2%-Dehngrenze oder die Verarbeitbarkeit. Vorzugsweise wird die Kristallkorn
größe auf 15 µm oder weniger, stärker bevorzugt auf 10 µm oder weniger vermindert.

[0037] Das so gehärtete Material wird einem Kaltwalzen mit einer Verringerung von mindestens 30% und einem Kalt-
härten bei 450°C oder niedriger unterzogen, um eine Kupferlegierung bereitzustellen, die eine 0,2%-Dehngrenze bei
mindestens 600 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², einen Young's Modulus von nicht mehr als
120 kN/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS und eine Spannungsrelaxation von nicht mehr als
20% in der Richtung hat, in der die Legierung geknetet wird, während es eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens
650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm² und einen Young's modulus von nicht mehr als 130 kN/mm²
in der Richtung hat, die zur ersten Richtung senkrecht ist. Wenn die Verringerung beim Kaltwalzen weniger als 30% ist,
ist die Verbesserung der Festigkeit, die durch das Härten erreicht wird, unzureichend, um die gewünschte Verbesserung
in den mechanischen Eigenschaften zu erzielen. Die Verringerung der Dicke ist vorzugsweise mindestens 60%. Das Nie-
dertemperaturhärten ist erforderlich, um die 0,2%-Dehngrenze, die Zugfestigkeit, den Federgrenzwert und die Antispan-
nungsrelaxations-Eigenschaften zu verbessern. Jenseits von 450°C wird eine so große Wärmekapazität eingesetzt, daß
das Werkstück in einer kurzen Zeit erweicht. Eine andere Schwierigkeit ist, daß die Variationen in den Eigenschaften des
Werkstücks sowohl in einem kontinuierlichen als auch in einem diskontinuierlichen System aufzutreten neigen. Deshalb
sollte das Kalthärten bei Temperaturen von nicht höher als 450°C durchgeführt werden.

[0038] Das so erhaltene Material kann gegebenenfalls einer Oberflächenbehandlung unterworfen werden, um eine Cu-
Unterschicht mit einer Dicke von 0,3–2,0 µm und einen Sn-Oberflächenfilm mit einer Dicke von 0,5–5,0 µm vor der Ver-
wendung bereitzustellen. Wenn die Kupferunterschicht dünner als 0,3 µm ist, wirkt sie in keiner Weise dahingehend, daß
sie die Diffusion des Zn in der Legierung in die Sn-Oberflächenschicht und zu der Oberfläche hin verhindert, wo es oxi-
diert wird, wobei die Kontaktbeständigkeit unter gleichzeitiger Verringerung der Lötbarkeit erhöht wird. Wenn die Kup-
ferunterschicht dicker als 2,0 µm ist, ist ihre Wirkung gesättigt, und es gibt keinen wirtschaftlichen Vorteil. Die Kupfer-
unterschicht muß nicht ausschließlich aus reinem Kupfer hergestellt sein, sondern kann aus einer Kupferlegierung zu-
sammengesetzt sein, wie Cu-Fe oder Cu-Ni.

[0039] Wenn die Sn-Oberflächenschicht dünner als 0,5 µm ist, wird die gewünschte Beständigkeit gegen Korrosion,
insbesondere gegen Schwefelwasserstoff, nicht erzielt. Wenn die Sn-Oberflächenschicht dicker als 5,0 µm ist, ist seine
Wirkung gesättigt, was zu einem wirtschaftlichen Nachteil führt. Um die Gleichförmigkeit in der Foliendicke und die
Wirtschaftlichkeit sicherzustellen, werden die Oberflächenbehandlungen zur Bereitstellung der Cu-Unterschicht und der
Sn-Oberflächenschicht vorzugsweise durch Elektroabscheidung durchgeführt. Die Sn-Oberflächenschicht kann man zer-
fließen lassen, um ihren Glanz zu verbessern. Diese Behandlung ist auch als Mittel zur Verhinderung von Sn-Faserkri-
stallen wirksam.

[0040] Das so behandelte Material wird zu elektrischen Anschlüssen gepreßt, die danach bei einer Temperatur von
100–280°C während 1–180 Minuten hitzebehandelt werden. Die Hitzebehandlung ist nicht nur wirksam für die Verbes-
serung des Federgrenzwertes und der Antispannungsrelaxations-Eigenschaften, die sich als Ergebnis der Pressverarbei-
tung verschlechtert haben, sondern auch eine Maßnahme zur Verhinderung von Faserkristallen. Unter 100°C werden
diese Wirkungen der Hitzebehandlung nicht vollständig erzielt. Über 280°C erhöhen die Diffusion und die nachfolgende
Oxidation nicht nur die Kontaktbeständigkeit, sie vermindern vielmehr auch die Lötbarkeit und die Verarbeitbarkeit.
Wenn die Dauer der Hitzebehandlung kürzer als eine Minute ist, werden ihre Wirkungen nicht vollständig erzielt. Wenn
sie länger als 180 Minuten dauert, führen Diffusion und die nachfolgende Oxidation zu den vorstehend genannten uner-
wünschten Ergebnissen, und zusätzlich ergibt sich dadurch kein wirtschaftlicher Vorteil.

[0041] Die folgende Beispiele werden für Zwecke der Veranschaulichung bereitgestellt, sie sollen jedoch den Umfang
der vorliegenden Erfindung in keiner Weise einschränken.

Beispiel 1

[0042] Kupferlegierungsproben Nr. 1–6 mit den Zusammensetzungen (Gew.-%), die in Tabelle 1 gezeigt sind, wurden
bei Temperaturen von 70°C höher als ihre Liquiduskurve geschmolzen, in eine kleine vertikale kontinuierliche Gießma-
schine gegeben und in Gußformen mit einem Ausmaß von 30 × 70 × 1000 (mm) gegossen. Die Kühlrate von der Liqui-
duskurve bis 600°C wurde durch Kontrollieren des primären Kühlens mit der Form und des sekundären Kühlens mit ei-
ner Wasserdusche so eingestellt, daß sie 50°C/min. weit überstieg.

[0043] Die Gußformen wurden auf 800–840°C erhitzt, auf eine Dicke von 5 mm heißgewalzt und auf Oberflächen-
oder Randrisse überprüft, um ihre Heißverarbeitbarkeit abzuschätzen. Die Proben werden mit O beurteilt, wenn keine
Risse bei der Beobachtung mit einem optischen Mikroskop (× 50) nach dem Ätzen gefunden wurden; ansonsten wurde
die Beurteilung X vergeben. Das Heißwalzen wurde bei etwa 600°C beendet, und durch nachfolgendes Abschrecken
wurde die Größe der Kristallkörner in der so gewalzten Gußform auf etwa 30 µm kontrolliert. Die Formen wurden dann
auf eine Dicke von 1 mm kaltgewalzt und bei Temperaturen von 450–520°C gehärtet, so daß die Kristallkorngröße auf
etwa 10 µm eingestellt wurde. Nach dem Ätzen wurden die Gußformen auf eine Dicke von 0,25 mm kaltgewalzt und bei
230°C in einem letzten Schritt niedertemperaturgehärtet.

[0044] Aus jedem der so hergestellten Streifen wurden Teststücke als Proben genommen und auf ihre 0,2%-Dehn-
grenze, ihre Zugfestigkeit, ihren Young's Modulus, ihre elektrische Leitfähigkeit, die prozentuale Spannungsrelaxation
und die Spannungsrißkorrosions-Lebensdauer getestet. Die ersten drei Parameter wurden durch das in JIS Z2241 be-
schriebene Testverfahren gemessen, mit der Maßgabe, daß kleine (70 mm lange) Teststücke für Messungen in einer
Richtung eingesetzt wurden, die zu der Walzrichtung senkrecht ist. Die elektrische Leitfähigkeit wurde durch das in
JIS H0505 beschriebene Verfahren gemessen. Bei dem Spannungsrelaxationstest wurde eine Biegespannung, die 80%
der 0,2%-Dehngrenze darstellte, auf die Oberfläche jeder Probe ausgeübt, die bei 150°C während 500 Stunden gehalten
wurde, um das Ausmaß der Biegung zu messen. Die prozentuale Spannungsrelaxation wurde aus der folgenden Glei-
chung (3) berechnet:

$$\text{Spannungsrelaxation (\%)} = [(L_1 - L_2) / (L_1 - L_0)] \times 100 \quad (3)$$

worin gilt:

L0: Länge (mm) der Vorrichtung

L1: anfängliche Länge (mm) der Probe

L2: horizontaler Abstand (mm) zwischen den Enden der gebogenen Probe

- 5 [0045] In dem Spannungsrißkorrosionstest wurde eine Biegespannung, die 80% der 0,2%-Dehngrenze entspricht, auf die Oberfläche jeder Probe ausgeübt, die in einem Exsikkator gehalten wurde, der 12,5% wäßriges Ammoniak enthielt. Die Behandlungsdauer wurde in Inkrementen von 10 Minuten auf 150 Minuten erhöht. Die Teststücke wurden über spezifische Zeiträume der Behandlung ausgesetzt, aus dem Exsikkator entnommen, die Oberfläche wurde gegebenenfalls durch Ätzen behandelt und durch eine Untersuchung unter einem optischen Mikroskop ($\times 100$) auf Risse überprüft. Der
10 Zeitpunkt 10 Minuten vor der Beobachtung jeglicher Risse wurde als die "Spannungsrißkorrosions-Lebensdauer" bezeichnet.

[0046] Die Ergebnisse der Messungen sind in Tabelle 1 gezeigt.

Vergleichsbeispiel 1

- 15 [0047] Die Kupferlegierungsproben Nr. 7–11 der Vergleichsbeispiele mit den außerhalb des erfindungsgemäßen Bereichs liegenden Zusammensetzungen, die in Tabelle 1 gezeigt sind, wurden gegossen und unter denselben Bedingungen wie in Beispiel 1 unter Herstellung von Streifen verarbeitet. Aus jedem der Streifen wurden Teststücke als Proben entnommen und auf ihre mechanischen Eigenschaften, die elektrische Leitfähigkeit und andere Eigenschaften durch das-
20 selbe Verfahren wie in Beispiel 1 gemessen. Die Ergebnisse sind auch in Tabelle 1 gezeigt.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Tabelle 1

Probe Nr.	Zusammensetzung (Gew.-%)					Dehngrenze bei 0,2% (N/mm ²)	Zugfestigkeit (N/mm ²)	Young's Modulus (kN/mm ²)		Elektrische Leit- fähigkeit (%IACS)	Heiß- verar- beit- barkeit	Span- nungs- relaxation (%)	Span- nungsriß- korro- sions- lebens- dauer (Min)
	Zn	Sn	Wert aus Gleich. 1	Andere Bestand- teile	S (ppm)								
1	24,7	0,84	7,0	-	13	755 822	812 932	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	108 117	O	12,6	120
2	26,1	0,71	7,2	-	12	756 829	818 930	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	109 118	O	10,8	110
3	25,0	0,91	7,2	Ni 0,18	12	763 840	831 951	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	110 118	O	10,8	120
4	25,4	0,69	7,0	Fe 0,12 Cr 0,07	12	731 819	811 930	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	107 118	O	12,0	110
5	24,2	1,10	7,2	Si 0,19 Ti 0,05	12	770 838	835 950	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	106 117	O	12,5	110
6	23,6	0,91	6,8	Al 0,29 Mn 0,31	14	750 818	811 916	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	108 117	O	12,1	110
7	24,5	0,19	6,3	-	13	673 699	714 802	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	118 124	O	16,9	100
8	27,5	1,72	8,6	-	12	771 860	840 955	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	109 117	X	12,1	110
9	21,1	0,44	5,7	-	13	671 713	725 822	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	108 119	O	20,1	120
10	27,5	1,18	8,1	-	41	-	-	-	-	-	X	-	-
11	30,2	0,22	7,8	Ni 0,13	14	682 711	741 828	Walzrichtung Senkrechte Richtung	Walzrichtung Senkrechte Richtung	109 119	O	22,7	40

[0048] Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, hatten die Kupferlegierungsproben Nr. 1 bis 6 der vorliegenden Erfindung ausreichende Heißverarbeitbarkeit, um eine effiziente Streifenherstellung zu ermöglichen, sie zeigten ein gutes Gleichgewicht zwischen der 0,2%-Dehngrenze, der Zugfestigkeit, dem Young's Modulus und der elektrischen Leitfähigkeit, und zeigten zufriedenstellende Antispannungsrelaxations-Eigenschaften und hohe Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion. Somit hatten diese Kupferlegierungsproben ausgezeichnete Eigenschaften, welche sie für die Verwendung als Materialien, die in Verbindungsstücke und andere elektrische oder elektronische Teile geformt werden sollen, besonders geeignet machten.

- [0049] Andererseits waren die Vergleichslegierungsprobe Nr. 7 mit einem sehr geringen Sn-Gehalt und die Vergleichsprobe Nr. 9 mit einem sehr geringen Zn-Gehalt hinsichtlich ihrer 0,2%-Dehngrenze, ihrer Zugfestigkeit und ihrer Antispannungsrelaxations-Eigenschaften schlechter. Die Vergleichsprobe Nr. 7 war auch hinsichtlich des Young's Modulus schlechter. Die Vergleichsprobe Nr. 8, welche Zn und Sn in den angegebenen Mengen enthielt, welche die obere Grenze der Gleichung 1 überstiegen, war hinsichtlich der Heißverarbeitbarkeit schlechter und war dahingehend problematisch, daß aufgrund der geringeren Ausbeute die Kosten erhöht waren. Die Vergleichsprobe Nr. 10 erfüllte die Bedingungen der Zn- und Sn-Gehalte der Gleichung 1, sie enthielt jedoch eine übermäßige Menge von S als Verunreinigung. Deshalb entstanden während der Heißverarbeitung Risse, und selbst bei der nachfolgenden Kaltverarbeitung konnte die Legierung nicht in hoher Ausbeute auf die endgültige Streifendicke vermindert werden. Die Vergleichsprobe Nr. 11 mit einem übermäßigen Zn-Gehalt, jedoch mit einem zu geringen Sn-Gehalt, war hinsichtlich der Antispannungsrelaxations-Eigenschaften und der Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion schwächer.

Vergleichsbeispiel 2

- [0050] Käuflich erwerbbare Proben von Klasse 1-Messing (C26000-H08) und Federphosphorbronze (C52100-H08) wurden gegossen und wie in Beispiel 1 unter Bildung von Streifen verarbeitet. Aus jedem dieser Streifen wurden Teststücke als Proben genommen und auf ihre 0,2%-Dehngrenze, ihre Zugfestigkeit, ihren Young's Modulus, ihre elektrische Leitfähigkeit, ihre Spannungsrelaxation und ihre Spannungsrißkorrosions-Lebensdauer auf dieselbe Weise wie in Beispiel 1 untersucht. Die käuflich erwerbbaren Proben, die in diesem Vergleichsbeispiel eingesetzt werden, hatten den Härteungsgrad H08 (Feder), welcher fester war als jegliche andere Grade derselben Zusammensetzung.
- [0051] Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammen mit dem Ergebnis der erfindungsgemäßen Probe Nr. 1 gezeigt, das aus Tabelle 1 übernommen wurde. Die Daten für die Härte (HV) sind ebenfalls in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2

	Zusammensetzung (Gew.-%)			Dehngrenze bei 0,2% (N/mm ²)	Zugfestigkeit (N/mm ²)	Young's Modulus (kN/mm ²)	Elektrische Leit- fähigkeit (%IACS)	Härte (HV)	Spann- ungsre- laxation (%)	Spann- ungsriß- korro- sions- lebens- dauer (Min)
	Zn	Sn	Andere Bestand- teile							
Probe Nr. 1 in Beispiel 1	24,7	0,84	-	755 822	812 932	108 117	24,9	232	12,6	120
Vergleichs- beispiel 2	29,8	-	-	641 715	672 791	112 119	27,2	204	48,9	20
Vergleichs- beispiel 2	-	8,11	P 0,19	725 808	784 911	116 128	12,8	228	13,0	-

[0052] Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, ist die erfindungsgemäße Kupferlegierung insbesondere hinsichtlich ihrer 0,2%-Dehngrenze, ihrer Zugfestigkeit, ihrer Anspannungsrelaxations-Eigenschaften und ihrer Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion im Vergleich mit Messing verbessert, welches ein repräsentatives Material für elektrische oder elektronische Komponenten, wie Verbindungsstücke, ist. Die erfindungsgemäße Kupferlegierung ist auch gegenüber Federphosphorbronze hinsichtlich des Young's Modulus und der elektrischen Leitfähigkeit verbessert. Federphosphorbronze enthält mit 8% sehr viel teureres Zinn, so daß die Materialkosten sehr hoch sind. Da sie für das Heißwalzen nicht geeignet ist, kann Federphosphorbronze außerdem nur durch eingeschränkte Verfahren hergestellt werden und ist im Hinblick auf die Gesamtkosten, einschließlich die Produktionskosten, weniger vorteilhaft.

[0053] Deshalb ergibt sich, daß die erfindungsgemäße Kupferlegierung über die herkömmlichen Messing- und Phosphorbronzeserien in praktischer Hinsicht überlegen ist.

Beispiel 2

[0054] Kupferlegierungsprobe Nr. 12 mit der Zusammensetzung Cu-25,1 Zn-0,82 Sn (Gew.-%), die innerhalb des Um-

fangs der vorliegenden Erfindung liegt, wurde einem kontinuierlichem Gießen unter verschiedenen Bedingungen für das primäre und sekundäre Kühlen bei verschiedenen Ziehgeschwindigkeiten unterworfen. Die Kühlrate wurde mit Thermoelementen gemessen, die gegebenenfalls in die Gußformen gegossen wurden. Die Legierung hätte eine Liquiduskurve von etwa 950°C, und es wurde die mittlere Kühlrate von dieser Temperatur auf 600°C gemessen.

[0055] Die Gußformen wurden dann auf 840°C erhitzt und in 9 Durchgängen einem Heißwalzen mit einer Verringerung der Dicke von etwa 15% pro Durchgang unterworfen. Die heißgewalzten Folienmetalle wurden durch mikroskopische Untersuchung auf Risse in der Oberfläche und den Rändern untersucht. Die Folienmetalle aus den Gußformen, die bei mittleren Kühlraten von 50°C/min. gegossen wurden, und die vorstehend genannten Folienmetalle wiesen überhaupt keine Risse während des Heißwalzens auf. Insbesondere hatten die Folienmetalle aus den Gußformen, die bei mittleren Kühlraten von 80°C/min. gegossen wurden und die vorstehenden Folienmetalle einen größeren Spielraum bei den Bedingungen für das Heißwalzen sowohl hinsichtlich der Temperatur als auch der Verringerung der Dicke. Andererseits wiesen die Folienmetalle aus den Gußformen, die bei Kühlraten von weniger als 50°C/min. gegossen wurden, während des Heißwalzens Risse auf. Es ist deshalb klar, daß selbst wenn die Legierungszusammensetzung innerhalb des in der vorliegenden Erfindung definierten Bereichs liegt, Risse während des Heißwalzens auftreten können, wenn die mittlere Kühlrate in dem Gießverfahren nicht zweckmäßig eingestellt ist, wobei sich gelegentlich auch die Ausbeute verringert.

Beispiel 3

[0056] Probe Nr. 1, die in Beispiel 1 hergestellt wurde, wurde mit einer 0,45 µm dicken Cu-Unterschicht und mit einer 1,2 µm dicken zerflossenen Sn-Schicht überzogen. Die Legierung wurde zu einem mit einer Feder gespannten Hohlanschlußstück in Kastenform verarbeitet und 60 Minuten bei 190°C hitzebehandelt. Dieses Anschlußstück und ein nicht hitzebehandeltes Anschlußstück derselben Probe wurden jeweils in ein positives Anschlußstück eingepaßt, und die Zusammenstellungen wurden 330 Stunden bei 125°C in einem Thermostatgefäß gehalten. Der Niederspannungs-Niederstrom-Widerstand und die Kontaktlast wurden sowohl in der Anfangsstufe als auch nach der Behandlung in dem Thermostatgefäß gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 gezeigt.

Tabelle 3

	Niederspannungs-Niederstrom-Widerstand (m Ω)		Kontaktlast (N)	
	Anfänglich	Nach der Behandlung	Anfänglich	Nach der Behandlung
Mit Hitzebehandlung	1,90	5,33	7,88	7,11
Ohne Hitzebehandlung (wie geformt)	1,79	6,87	7,69	5,92

[0057] Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, ist die Hitzebehandlung der festgeformten Anschlußstücke dahingehend wirksam, daß sie die Erhöhung des Niederspannungs-Niederstrom-Widerstandes verhindert und die Kontaktbelastung verringert, die ansonsten nach dem Stehenlassen bei hoher Temperatur auftreten würde. Dies trägt dazu bei, daß die Verlässlichkeit der Anschlußstücke verbessert wird, die aus der Kupferlegierung gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung gemacht sind, wobei die Kupferlegierung gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde.

Beispiel 4

[0058] Aus der erfindungsgemäßen Probe Nr. 1 und den Vergleichsproben Nr. 7 und 11 wurden Streifen hergestellt. Die Streifen wurden dann in mit Sägezähnen versehene Anschlußstücke (Zahn-zu-Zahn-Zwischenraum: 1,25 mm) durch Stanzen auf einer Presse unter Einsatz eines superharten Stempels und einer aus Werkzeugstahl bestehenden Stanzform gestanzt. Der Abstand wurde auf 8% der Streifendicke eingestellt.

[0059] Nach 10⁶ Stanzvorgängen wurde die Entstehung von Graten durch Untersuchen der gestanzten Oberflächen sowohl in der Walzrichtung als auch in der Richtung senkrecht dazu mit einem optischen Mikroskop untersucht. Die aus Probe Nr. 1 hergestellten Anschlußstücke zeigten keine Grate, die höher als 10 µm waren. Andererseits hatten die aus den Vergleichsbeispielen Nr. 7 und 11 hergestellten Anschlußstücke Grate höher als 20 µm, insbesondere in Bereichen, die parallel zur Walzrichtung lagen.

[0060] Es ist somit ersichtlich, daß die erfindungsgemäße Legierungsprobe Nr. 1 auch zur Verhinderung der Formabnutzung vorteilhaft ist.

[0061] Die vorstehende Beschreibung zeigt deutlich, daß die Kupferlegierung gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung den herkömmlichen Messingmaterialien und Phosphorbronzen hinsichtlich nicht nur des Gleichgewichts zwischen der 0,2%-Dehngrenze, der Zugfestigkeit, der elektrischen Leitfähigkeit und des Young's Modulus, sondern auch hinsichtlich der Anspannungsrelaxations-Eigenschaften und der Beständigkeit gegen Spannungsrißkorrosion, sowie hinsichtlich der Pressformbarkeit überlegen ist. Außerdem kann die Legierung kostengünstig gemäß dem Verfahren nach dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung hergestellt werden. Somit ist die erfindungsgemäße Legierung eine hervorragende Alternative zu den Messingmaterialien und Phosphorbronzen als Materialien für Verbindungsstücke und andere elektrische und elektronische Komponenten.

1. Kupferlegierung für ein Verbindungsstück, welche 23–28 Gew.-% Zn und 0,3–1,8 Gew.-% Sn enthält, wobei die folgende Beziehung (1) erfüllt ist und der Rest Kupfer und unvermeidliche Verunreinigungen sind:

$$6,0 \leq 0,25X + Y \leq 8,5 \quad (1)$$

worin X die zugegebene Menge Zn (Gew.-%) und Y die zugegebene Menge Sn (Gew.-%) ist, wobei die Legierung eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 600 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS, einen Young's Modulus von nicht mehr als 120 kN/mm² und eine Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% hat.

2. Kupferlegierung für ein Verbindungsstück nach Anspruch 1, worin die Legierung eine Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% in der Richtung, in der die Legierung geknetet wurde, und eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm² und einen Young's Modulus von nicht mehr als 130 kN/mm² in einer Richtung hat, die zur ersten Richtung senkrecht ist.

3. Kupferlegierung für ein Verbindungsstück nach Anspruch 1 oder 2, die außerdem mindestens ein Element enthält, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus 0,01–3 Gew.-% Fe, 0,01–5 Gew.-% Ni, 0,01–3 Gew.-% Co, 0,01–3 Gew.-% Ti, 0,01–2 Gew.-% Mg, 0,01–2 Gew.-% Zr, 0,01–1 Gew.-% Ca, 0,01–3 Gew.-% Si, 0,01–5 Gew.-% Mn, 0,01–3 Gew.-% Cd, 0,01–5 Gew.-% Al, 0,01–3 Gew.-% Pb, 0,01–3 Gew.-% Bi, 0,01–3 Gew.-% Be, 0,01–1 Gew.-% Te, 0,01–3 Gew.-% Y, 0,01–3 Gew.-% La, 0,01–3 Gew.-% Cr, 0,01–3 Gew.-% Ce, 0,01–5 Gew.-% Au, 0,01–5 Gew.-% Ag und 0,005–0,5 Gew.-% P besteht, wobei die Summe der Anteile der Elemente 0,01 bis 5 Gew.-% ist, mit der Maßgabe, daß S in einer Menge von bis zu 30 ppm vorhanden ist.

4. Verfahren zur Herstellung einer Kupferlegierung für ein Verbindungsstück, welches die folgenden Stufen umfaßt:

Schmelzen einer Legierung, die 23–28 Gew.-% Zn und 0,3–1,8 Gew.-% Sn enthält, wobei die folgende Beziehung (1) erfüllt ist und der Rest Kupfer und unvermeidliche Verunreinigungen sind

$$6,0 \leq 0,25X + Y \leq 8,5 \quad (1)$$

worin X die zugegebene Menge Zn (Gew.-%) und Y die zugegebene Menge Sn (Gew.-%) ist, Kühlen der Schmelze von der Liquiduskurve auf 600°C bei einer Rate von mindestens 50°C/min., und das nachfolgende Heißwalzen der erhaltenen Gußform bei einer erhöhten Temperatur von 900°C oder niedriger.

5. Verfahren zur Herstellung einer Kupferlegierung für ein Verbindungsstück nach Anspruch 4, welches außerdem das Wiederholen des Verfahrens des Kaltwalzens und des Härtens in einem Temperaturbereich von 300 bis 650°C umfaßt, bis der so gehärtete gewalzte Streifen eine Kristallkorngröße von nicht mehr als 25 µm hat.

6. Verfahren zur Herstellung einer Kupferlegierung für ein Verbindungsstück nach Anspruch 5, welches außerdem das Durchführen eines Kaltwalzens mit einer Verringerung der Dicke von mindestens 30% und das Niedertemperaturhärten bei 450°C oder niedriger umfaßt, so daß der gewalzte Streifen eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 600 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 650 N/mm², einen Young's Modulus von nicht mehr als 120 kN/mm², eine elektrische Leitfähigkeit von mindestens 20% IACS und eine Spannungsrelaxation von nicht mehr als 20% in der Richtung hat, in der die Legierung geknetet wurde, während er eine 0,2%-Dehngrenze bei mindestens 650 N/mm², eine Zugfestigkeit von mindestens 700 N/mm² und einen Young's Modulus von nicht mehr als 130 kN/mm² in einer Richtung hat, die zur ersten Richtung senkrecht ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die Kupferlegierung außerdem mindestens ein Element enthält, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus 0,01–3 Gew.-% Fe, 0,01–5 Gew.-% Ni, 0,01–3 Gew.-% Co, 0,01–3 Gew.-% Ti, 0,01–2 Gew.-% Mg, 0,01–2 Gew.-% Zr, 0,01–1 Gew.-% Ca, 0,01–3 Gew.-% Si, 0,01–5 Gew.-% Mn, 0,01–3 Gew.-% Cd, 0,01–5 Gew.-% Al, 0,01–3 Gew.-% Pb, 0,01–3 Gew.-% Bi, 0,01–3 Gew.-% Be, 0,01–1 Gew.-% Te, 0,01–3 Gew.-% Y, 0,01–3 Gew.-% La, 0,01–3 Gew.-% Cr, 0,01–3 Gew.-% Ce, 0,01–5 Gew.-% Au, 0,01–5 Gew.-% Ag und 0,005–0,5 Gew.-% P besteht, wobei die Summe der Anteile der Elemente 0,01 bis 5 Gew.-% ist, mit der Maßgabe, daß S in einer Menge von bis zu 30 ppm vorhanden ist.

8. Kupferlegierung, die durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7 erhältlich ist.

- Leerseite -

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)